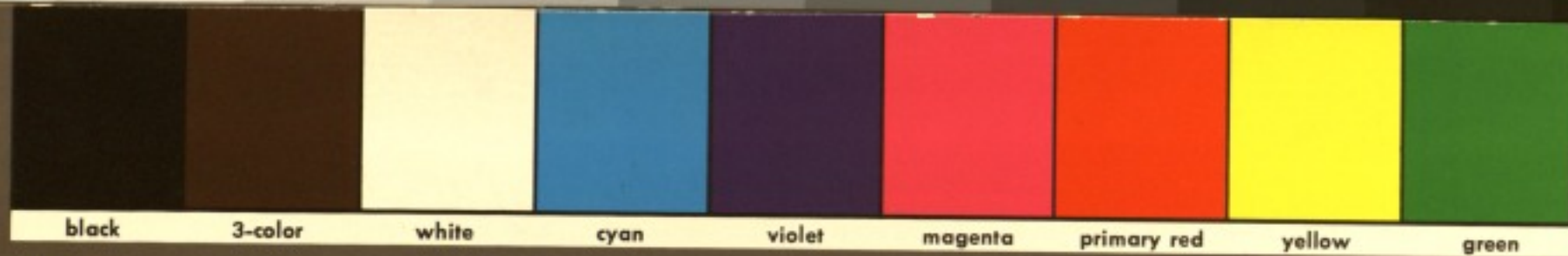
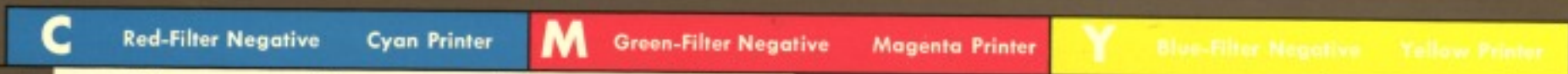


# KODAK GRAY SCALE



# KODAK COLOR CONTROL PATCHES

*These colors have been selected as representative of those inks commonly used in photomechanical reproduction.*



# Strassen-Bahnen

mit Accumulatoren

nach dem System

der Accumulatoren-Fabrik

Aktiengesellschaft

Hagen i. W.









UB Braunschweig

84



2248-118-6



III. G. 563.  
2248-1186

# Strassenbahnen mit Accumulatoren

nach dem System der  
Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft  
Hagen i. W.

BIBLIOTHEK  
HERZOGL.  
TECHN. HOCHSCHULE  
CAROLO-WILHELMINA  
BRAUNSCHWEIG.

April 1897.

Geschenk.

Hagen i. W.

Druck von Hermann Riesel & Co.

Der Gedanke, Battereien als Kraftquelle zum automobilen Antrieb für electriche Bahnen zu verwenden, ist sehr alt und tritt uns schon in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts entgegen.

Noch ehe man an irgend eine andere electriche Betriebsart denken konnte, wurden mit den primitiven electricen Triebmaschinen jener Zeit unter Benutzung galvanischer Battereien, der einzig damals bekannten Apparate, um electriche Kraft in grösserem Maassstabe zu erzeugen, solche Versuche schon Ende der Dreissiger Jahre angestellt. — Trotzdem ihre wirthschaftlichen Resultate wenig Hoffnung auf practische Ausführbarkeit aufkommen liessen, wurde doch das hochwichtige Problem auf dieser Basis immer wieder und wieder angegriffen, bis es heute in der Verwendung des Accumulators endlich seine Lösung gefunden hat und das ersehnte Ziel automobilen electricen Bahnbetriebes dadurch erreicht ist.

Sowohl die Eisenbahnen, als ihr jüngerer Zweig, die Strassenbahnen, haben, ob sie der motorischen oder thierischen Zugkraft sich bedienen, sich bis in die jüngste Zeit ebenfalls nach dem Princip automobiler Fortbewegung, bei welchem die Unabhängigkeit jedes Gefährtes von jedem andern gewahrt bleibt, entwickelt, und die höchst-





Königsplatz in Leipzig  
mit Drahtnetz der elektrischen Strassenbahn.



Königsplatz in Leipzig.



mögliche Betriebssicherheit des Verkehrs auf dieser Grundlage erreicht. Erst in neuester Zeit hat sich eine Umwandlung dieser Methode insbesondere auf Strassenbahnen vollzogen, einerseits durch die allerdings fast nur in Amerika verbreiteten Kabelbahnen, andererseits vor allem durch die electriche Strassenbahn mit oberirdischer Zuleitung. Beide beruhen auf dem Princip der Centralisation der Kraft und ihrer gleichzeitigen Vertheilung an sämtliche Wagen eines Bahnsystems, — derart, dass alle miteinander von dem sicheren Functioniren der gemeinsamen Kraftstation und ihres Leitungsnetzes abhängen.

Während sehr zahlreiche Betriebsstörungen insbesondere durch Reissen der Drahtseile und die schlechte Oeconomie des Seilbetriebes an sich dem Kabelbahnsystem alle Aussicht für weitere Verwendung entzogen haben, sind die electriche Strassenbahnen mit Oberleitung diesseits und jenseits des Oceans zu ungeheurer Verbreitung gelangt, sowohl dank der Billigkeit des Betriebes, als wegen aller jener Vorzüge, welche der Electromotor durch Einfachheit und Sauberkeit seiner Handhabung, seine grosse Kraftentwicklung und seinen hohen Nutzeffect allen motorischen Triebkräften und vor Allem thierischer Zugkraft gegenüber voraus hat. Nichts desto weniger dürfte dieses System keineswegs als die definitive Lösung electriche Strassenbahnbetriebes zu betrachten sein. Trotzdem Betriebsstörungen, durch mangelhaftes Functioniren der Centrale oder durch Schäden am Leitungsnetz heute nicht mehr so zahlreich sind, wie in den ersten Jahren der Einführung des Oberleitungssystems, so gehören sie doch





Augustusplatz in Leipzig  
mit Drahtnetz der elektrischen Strassenbahn.





Augustusplatz in Leipzig.



auch noch nicht zu den Seltenheiten, denn die Möglichkeit solcher Störungen, welche eine zeitweilige Lahmlegung des gesammten Strassenbahnverkehrs einer Stadt zur Folge haben können, sind ein in der Art des Systems begründetes Uebel, und bezeichnen unzweifelhaft einen Rückschritt selbst gegenüber dem Pferdebetrieb, soweit absolute Betriebssicherheit in Frage kommt.

Dass neben ästhetischen Rücksichten, die gegen die oberirdische Leitung sprechen, auch eine gewisse Gefährlichkeit, die mit der Fortführung so stark gespannter Ströme durch blanke Drähte über der Strasse verbunden ist, in Betracht kommt, hat zu mannigfachen Erörterungen Veranlassung gegeben, und ist auch im Zusammenhang mit zahlreichen Telephon-Störungen von der Reichspostverwaltung wiederholt betont worden. Es ist daher nur erklärlich, dass der Wunsch immer allgemeiner geworden, ein System zu besitzen, bei welchem alle diese Uebel fortfallen, und es ist seit Beginn electrischer Strassenbahntechnik das Bestreben der Electrotechnik dahin gerichtet gewesen, diesem Bedürfniss nachzukommen. — Man hat daher vor Allem versucht, unter Beibehaltung des Princip's der Kraftcentralisation die Leitungen unterirdisch in weiten Canälen zu führen und dann durch einen Schlitz im Strassenpflaster den Strom mittelst entsprechenden Gleitcontactes den Wagen zuzuführen. Die sehr hohen Anlagekosten und die Schwierigkeit, die blanken Contact-Leitungen unter dem Fahrdamm gehörig zu isoliren, haben indessen bisher der allgemeinen Einführung dieses Systems hindernd im Wege gestanden und es ist kaum zu erwarten, dass die erwähnten Mängel erfolgreich gehoben werden





Wasserthorbrücke in Berlin  
mit Drahtnetz der electrischen Strassenbahn.





Wasserthorbrücke in Berlin.



können und der Canalleitung eine grössere Einführung in die Praxis verschafft werden kann.

Das Problem, den Betrieb von Bahnen mittelst automobiler Wagen auf electrischem Wege ebenfalls in wirthschaftlicher Weise zu lösen, erhielt nach den älteren vergeblichen Versuchen mit Primärbatterien durch die Erfindung des electrischen Accumulators neuen Anstoss. Die Möglichkeit, in diesen Apparaten grosse Mengen electrischer Energie aufzuspeichern, um sie an beliebigen Orten denselben wieder zu entnehmen, ergab ohne Weiteres die Nutzanwendung auf den Betrieb von Fahrzeugen, die aus dem mitgeführten Accumulator die Kraft zum eigenen Antrieb erhalten sollten. — Zu einer Zeit, als die Accumulatortechnik noch lange nicht ihre heutige Vollkommenheit erreicht hatte, begann man mit diesen Versuchen, und schon im Jahre 1880 und 1881 wurden Probewagen nach diesem System in Betrieb gesetzt. Ende der Achtziger Jahre nahmen dann die Experimente mit dem Fortschritt der Accumulatoren-Technik wirklich practische Form an, so dass wir bis zum Anfang dieses Jahrzehnts bereits eine Reihe von Accumulatorenbahnen in Betrieb finden. Wir möchten unter diesen vor Allem die Bahnen in Scheveningen, Birmingham, Brüssel und Paris erwähnen, sowie die von Huber in Hamburg 1888 ausgeführten Probewagen. Daneben wurden in verschiedenen Städten Europas und Amerikas Accumulatorenwagen eingerichtet und zeitweise im Betriebe gehalten. Das Resultat aller dieser Versuche war in Bezug auf Betriebssicherheit als nicht ungünstig zu bezeichnen.





Accumulatorenwagen verschiedener Linien,  
den Platz vor dem Café Robby in Hannover kreuzend.



Dass der wirthschaftliche Erfolg noch nicht als ein den Erwartungen entsprechender anzusehen war, lag vor allen Dingen an folgenden Umständen.

Die bis in die jüngste Zeit fabricirten Accumulatoren verlangten zur Aufnahme grosser Electricitätsmengen ein sehr hohes Eigengewicht und ausserdem war die Construction der Electrodenplatten nicht dauerhaft genug. Denn einmal konnten sie die grossen Erschütterungen, wie sie bei der Fahrt, selbst auf Schienen, stets vorkommen, nicht lange aushalten, ohne von der sogenannten activen Masse, mit welcher die Platten bestrichen waren, grosse Mengen zu verlieren, andererseits griffen die sehr wechselnden und oft sehr hohen Stromentnahmen, wie sie bei Strassenbahnbetrieb stets vorkommen, die Platten sehr stark an, so dass ihre Lebensdauer nur kurz sein konnte. — Diesen Gründen ist die nicht sehr hohe Wirthschaftlichkeit jener ersten Betriebe zuzuschreiben.

Endlich dürfen wir nicht unerwähnt lassen, dass auch die Ladung mit neuer electricischer Kraft, gerade deshalb, weil die Platten nur relativ schwache Stromstärken vertrugen, nur sehr langsam erfolgen konnte. Die Accumulatoren mussten also im Allgemeinen zur Ladung aus den Wagen entfernt werden, da man sonst die Wagen selbst stundenlang mit zur Ladung hätte stehen lassen müssen. Um dies umständliche Auswechseln der schweren Apparate zu vermeiden, dimensionirte man die Battereien wiederum möglichst gross, um, wenn thunlich, ihnen eine ganze Tagesleistung entnehmen zu können und sie dann erst während der Nacht wieder zu laden. Hierdurch erhöhte sich das





Accumulatorenwagen mit Anhängewagen,  
den Aegidienthorplatz in Hannover kreuzend.

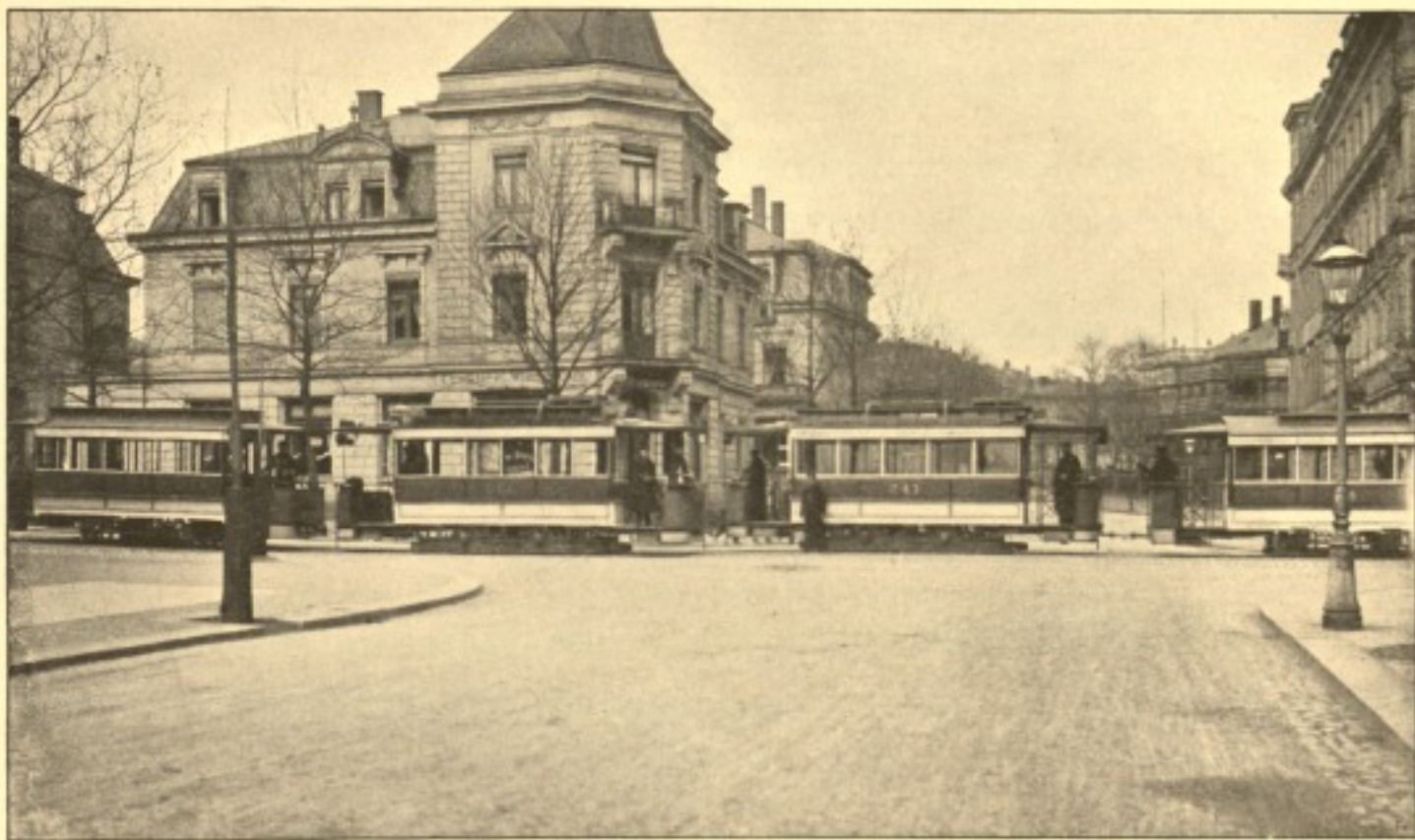


Gewicht der Batterieen, so dass der Wagen eine sehr grosse todte Last im Accumulator mitzuschleppen hatte.

Die mannigfachen, bis in die jüngste Zeit reichenden Versuche, die Gewichtsverminderung der Bleiaccumulatoren gewissermassen zu forciren, durch Herstellung besonders dünner Gitter-Platten bei sehr kleinem Plattenabstand, wodurch eine relativ hohe Capacität erreicht werden kann, glauben wir übergehen zu können, da sich die vollständige Unwirthschaftlichkeit solcher Systeme immer aufs Neue herausgestellt hat. Der scheinbare Vorzug der Leichtigkeit bei grosser Capacität wird durch die Schnelligkeit, mit der gerade solche Accumulatoren durch den electrischen Strom und Erschütterungen zerstört werden, vollständig illusorisch.

Dieses etwa war der Stand des Accumulatorenbetriebes auf Strassenbahnen, als vor ungefähr zwei Jahren die Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft zu Hagen i. W. dem dringenden Bedürfniss der Strassenbahn-Technik abzuhelfen suchte durch Einführung eines neuen Accumulators, welcher frei von all' den vorerwähnten Mängeln sein sollte, und damit berufen, das hochwichtige Problem zu lösen. Durch lange und sehr eingehende Versuche auf der Hagener Strassenbahn wurden zuerst Accumulatoren eines amerikanischen Erfinders, welche statt mit Blei, mit Kupfer- und Zink-Platten arbeiteten, einer Prüfung unterzogen. Dieselben zeigten sich indessen den grossen Anforderungen der Praxis trotz des Vorzuges der Leichtigkeit und grosser Capacität, nicht gewachsen. Es wurde daher auf Grund vieler bei diesen Versuchen gemachten Erfahrungen eine





Begegnung zweier Accumulatorenwagen mit Anhängewagen  
vor der Endstation an der Reichenbachstrasse in Dresden.



Umgestaltung des bisherigen Blei-Accumulators vorgenommen, um denselben auch für Strassenbahnbetrieb endlich anwendbar zu machen. Zu diesem Zweck wurde vor Allem die Auftragung von sogenannter activer Masse auf die positiven Platten vermieden, welche erfahrungsgemäss durch den Betrieb der Batterie schnell herausgespült wird und durch die Erschütterungen leicht herausbröckelt. Diese Platten werden nunmehr mit fast doppelt so grosser Oberfläche als die frühere Tudorplatte hergestellt und wird diese Oberfläche auf electrolytischem Wege mit einer ganz fest haftenden Schicht von Bleisuperoxyd überzogen. In der That ist es durch diese „Grossoberflächen-Platte“ der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft zu Hagen i. W. gelungen, alle jene Mängel, welche den Accumulator bisher zum Betrieb von Bahnen nicht geeignet erscheinen liessen, in durchschlagender Weise zu beseitigen, so dass heute mit seiner Hülfe das Problem der Accumulatoren-Traction als ein gelöstes zu bezeichnen ist.

Die wesentlichste Begründung der bisher erzielten Erfolge liegt entsprechend dem neuen Character dieses Accumulators in einer vollständigen Abänderung der bisherigen Principien im Betrieb von Accumulatorenbahnen. Vor Allem ist durch die grosse Oberfläche der Platten und die rein electrolytische »Formation« eine überaus starke Beanspruchung des Accumulators in Bezug auf Stromstärken möglich geworden und dadurch ist derselbe nicht nur allen Anforderungen des Betriebes mit höchstem Kraftverbrauch gewachsen und verträgt vollständig alle Erschütterungen, sondern vor Allem wird so auch die Möglichkeit gegeben, ihn mit noch viel bedeutenderem Strom, als ihm bei





Accumulatorenwagen mit Anhängewagen  
in der Curve von 18 m Radius am Victoriahause, Ecke Pragerstrasse in Dresden.



der Entladung entnommen wurde, wieder aufzuladen, d. h. in sehr kurzer Zeit. Die Battereien brauchen nicht mehr grosse Gewichte zu haben, um möglichst viele Fahrten ohne wiedergeladen zu werden leisten zu können, sondern sie werden nur klein, d. h. gerade so gross bemessen, um für eine Hin- und Rückfahrt des Wagens oder Zuges mit voller Sicherheit auszureichen. Während der Accumulator das Gewicht eines vollbesetzten Motorwagens früher um fast 50% erhöhte, so beträgt diese Gewichtsvermehrung jetzt je nach der Länge der automobil zurückzulegenden Strecke nur noch 15 bis 25%.

Aus der Möglichkeit, den Accumulator mit Grossoberflächenplatten in verhältnissmässig kurzer Zeit laden zu können, hat sich die Art seiner Anwendung für Strassenbahnen ergeben und in zwei Systemen seine Verwirklichung gefunden. Es sind dies die beiden Betriebsarten des reinen »Accumulatorensystems« und des sogenannten »gemischten Systems«.

## Das reine Accumulatoren-System

beruht auf der Anwendung des Accumulators als ausschliessliche Kraftquelle für die sich fortbewegenden Wagen. Sämmtliche Motorwagen der betreffenden Strassenbahn sind mit Accumulatoren-Battereien ausgerüstet. Dieselben sind in geeigneter Art, beispielsweise unter den Sitzbänken oder unter den Wagen vollständig verdeckt aufgestellt und liefern den zum Antrieb der Motoren des Wagens erforderlichen Strom. Ehe die Fahrt





Accumulateurenwagen der Linie Courbevoie-Madeleine in Paris  
während der Ladung an dem Endpunkte Courbevoie.



beginnt, ist die Batterie am Anfangspunkt der Strecke mit electrischer Energie geladen, die durch einen einfachen Leitungsanschluss von der Dynamo in der Kraftstation direct entnommen wird. Da es nicht möglich sein wird, am Ende jeder Strecke eine besondere Kraftstation zu errichten, so werden von der möglichst central gelegenen Station ein für alle Mal Leitungen an die betreffenden Anfangspunkte der einzelnen Strecken geführt. Hier münden sie in sogenannte Ladeständer aus. Dies sind candelaberartige Gestelle von architectonisch gefälliger Ausstattung, welche die erforderlichen Schaltapparate enthalten. Die Batterie des Wagens hält in unmittelbarer Nähe dieses Apparates, und wird nun durch ein kurzes Leitungskabel mit diesem verbunden und so mit electrischer Kraft gefüllt. Sobald dies in genügender Weise geschehen, wird die Leitung vom Wagen entfernt, und der Wagen beginnt seine Fahrt. Inzwischen ist ein anderer Wagen von seiner Rundfahrt zurückgekehrt und die zum Theil erschöpfte Batterie wird in gleicher Weise, ohne aus dem Wagen entfernt zu werden, wieder in wenigen Minuten geladen, sodass der Wagen dann nach der üblichen Haltepause wieder abfahren kann. In Fällen, wo die Wagenfolge sehr kurz, d. h. die Haltepausen ebenfalls nur kurz bemessen sind oder wenn die zu durchfahrende Strecke relativ lang ist, so dass die Batterie einen grossen Theil ihrer Kraft verbraucht und infolgedessen etwas mehr Zeit zu ihrer Neuladung beansprucht, wird eventuell ein Wagen mehr »auf Ladung« stehen müssen, so dass der gesammte Wagenpark der Strecke dann um diesen einen Wagen zu vermehren ist. Während der Fahrt geschieht die





Accumulatorenwagen der Linie Courbevoie-Madeleine in Paris.  
Pont de Neuilly. Brückenrampe von  $4\frac{0}{10}$  Steigung.



Regelung der Geschwindigkeit, das Anhalten und Anfahren mit genau denselben Apparaten, wie sie beim Oberleitungsbetrieb vom Wagenführer benutzt werden, wobei jedoch durch geeignete Schaltung der Accumulatoren die sonst nöthigen, Energie vernichtenden Widerstände fortfallen.

Man sieht also, dass sich ein solcher «reiner Accumulatorenbetrieb» in einfachster Weise gestaltet, und es ist das Laden der Battereien am Anfangspunkt der Strecke wohl in gewissem Sinne mit dem Kohlen- und Wassernehmen einer Dampflokomotive zu vergleichen, welches ja auch immer nur wenige Minuten beansprucht und sie dann zu einer längeren Fahrt wieder in Stand setzt.

## Das gemischte System

ist als ein Uebergang zum reinen Accumulatoren-System zu betrachten und stellt eine Art Compromiss des Oberleitungssystems mit diesem letzteren dar. Auch dies beruht ebenfalls auf der Möglichkeit rascher Neuladung der Battereien. Da im Innern der Städte, in den vornehmeren Vierteln und in den oft engen Strassen, Oberleitung aus den bereits angegebenen Gründen im Allgemeinen heute nicht mehr erwünscht erscheint, werden die Strassenbahnlinien der inneren Stadt mit Accumulatorenwagen betrieben. Gleichzeitig haben dieselben die üblichen Contactvorrichtungen für Oberleitung. An die Linien der inneren Stadt schliessen sich die nach den äusseren Stadttheilen führenden





Accumulatorenwagen der Linie Kongens-Nytorv,  
Norrebrogade in Kopenhagen während der Fahrt.



Strecken, wo Oberleitung gestattet ist, an. Sobald ein Wagen nun, nachdem er automobil mit Hülfe der Accumulatoren seine Fahrt durch die innere Stadt vollendet hat, auf die Aussenstrecken übergeht, wird der Stromabnehmer wieder an die Oberleitung angelegt und der Motor erhält nun den Betriebs-Strom nicht mehr vom Accumulator, sondern von der Oberleitung. Gleichzeitig wird von dieser aber auch der Accumulator wieder von Neuem mit electricischer Kraft geladen. Wenn der Wagen bei der Rückfahrt wieder die Oberleitung verlässt und auf die Strecken der inneren Stadt zur automobilen Fahrt übergeht, ist der Accumulator im Wagen neu geladen und übernimmt nun wieder seinerseits die Speisung des Motors mit electricischem Strom.



Dies sind die beiden Systeme, welche auf den Eigenschaften der Gross-Oberflächen-Typen der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft zu Hagen i. W. beruhen. Sie haben den Accumulatorenbetrieb endlich zu einem durchaus practisch verwendbaren gestaltet und dadurch alle jene Vorzüge eines vollkommenen automobilen Motorenbetriebes mit denen electricischen Antriebes vereinigt.

Auf die Vortheile des Accumulatoren-Betriebes gegenüber anderen electricischen Systemen ist zum Theil bereits hingewiesen. Der automobile Wagen ist nicht mehr ab-





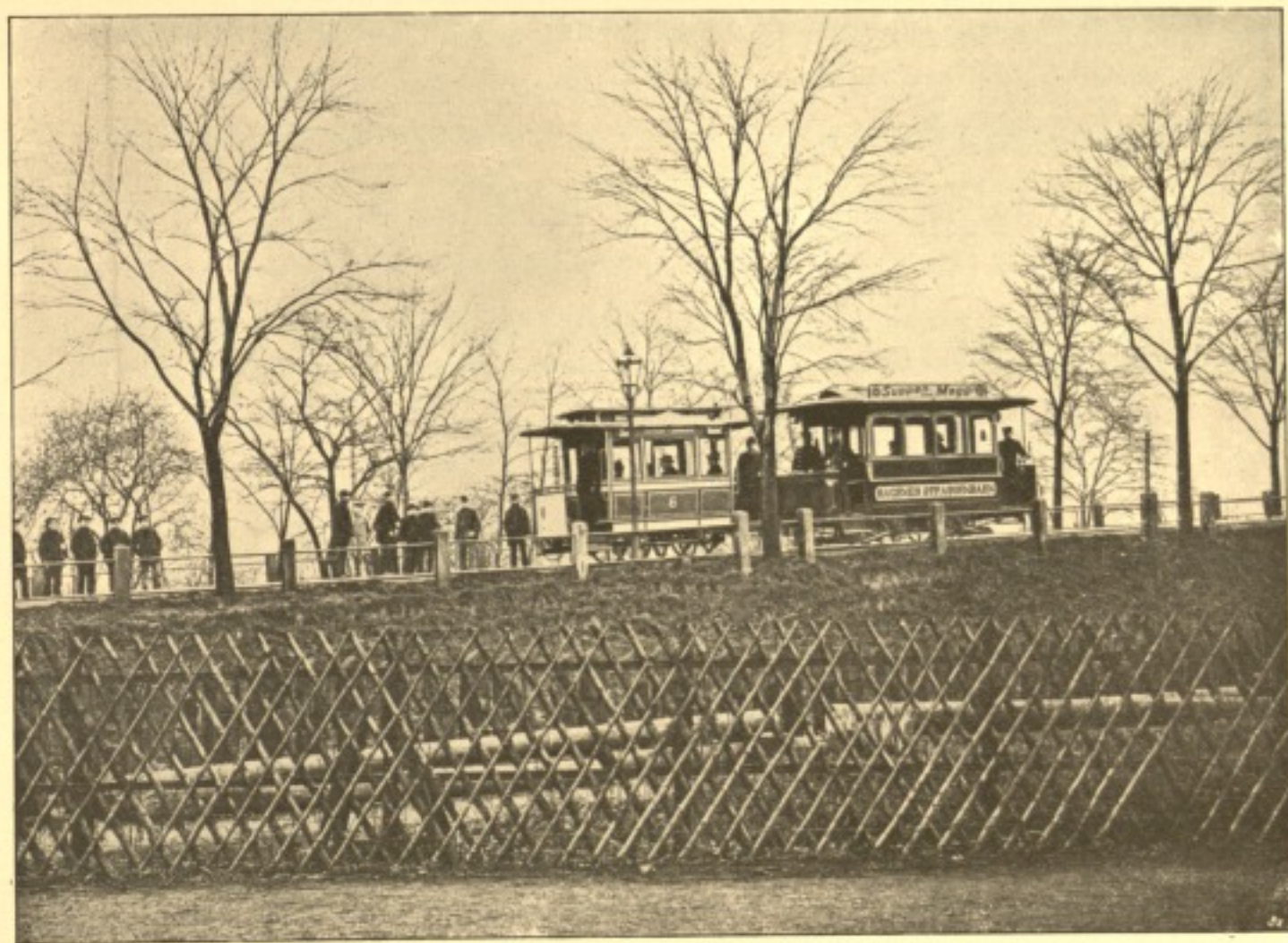
Accumulatorenwagen der Linie Kongens-Nytorv,  
Norrebrogade in Kopenhagen während der Ladung auf dem Kongens-Nytorv-Platz.



hängig von Leitungsdrähten, die ihm die Kraft zuführen und ihn stillstellen, falls sie zerreißen, nicht mehr von den Primärmaschinen der Kraftcentrale, mit denen er ausser Betrieb kommt, sobald diese selbst den Dienst versagen sollten. Hindernisse, wie sie durch Strassen-Reparaturen (Canalisations-Arbeiten) vorkommen, kann er, wie jeder Pferdebahnwagen, leicht umgehen, indem man ihn über kurze Nothgeleise an denselben vorbeiführt, ein Hilfsmittel, welches bei Oberleitung nur schwer, bei Unterleitung aber gänzlich unausführbar erscheint, da die unterirdische Contactleitung nicht kurzer Hand sich verlegen lässt. Dazu kommt, dass Accumulatorenwagen sich überall leicht einführen lassen, ohne an dem Schienenweg, sofern dieser überhaupt für motorischen Betrieb stark genug ist, Aenderungen für Stromleitung vornehmen zu müssen.

Bezüglich der Wirthschaftlichkeit des Accumulatorensystems ist darauf aufmerksam zu machen, dass diese nicht allein in dem guten Nutz-Effect der Batterien selbst liegt, sondern dass auch verschiedene Ersparnisse im Betrieb gegenüber den andern electrischen Systemen erzielt werden, die auf die Kosten nicht unerheblich einwirken. Zwar bedingt beim Accumulatoren-Betrieb die Umsetzung der Energie in den Batterien ja einen gewissen Kraftverlust, doch ist ein solcher auch bei Oberleitung stets vorhanden, durch den Spannungsverlust in den Leitungen, der von vornherein mit einem bestimmten Procentsatz in Rechnung zu ziehen ist, ebenso wie das Güteverhältniss des Accumulators. Da bei Unterleitung ausserdem noch sehr erhebliche Stromverluste durch mangelhafte Isolation, besonders bei feuchtem Wetter vorkommen können, so wird in





Accumulatorenwagen mit Anhängewagen  
an der  $4\frac{1}{10}$ igen Rampe der Eisenbahnbrücke in Eckesey.



Bezug auf den Nutzeffect der Gesamt-Anlage der Betrieb mit Accumulatoren sich kaum ungünstiger stellen, wie bei den anderen electrischen Systemen, insbesondere, wenn man noch folgende Umstände, die sehr zu seinen Gunsten sprechen, in Betracht zieht. Dass beim reinen Accumulatorenbetrieb die Belastung der Station, beim Laden der Wagen im Allgemeinen gleichmässig sein wird, ist ohne Weiteres einleuchtend, da die Energieabgabe eine constante ist. Dieselbe Wirkung gleichmässiger Belastung findet indessen auch bei gemischtem System statt. Es ist genugsam bekannt, dass bei Oberleitungsbetrieb die Belastung der Station sehr wechselt infolge Anfahrens und Anhaltens der Wagen und durch den verschiedenen Kraftverbrauch auf Steigungen und Gefällen. Hierdurch wird es erforderlich, die Maschinenaggregate der Kraftstation sehr gross zu bemessen, indem dieselben oft weit über ihre Normalleistung beansprucht werden, um dann wieder für Augenblicke mit sehr geringer Belastung zu laufen. Die Curven, welche die Stromabgabe einer Oberleitungscentrale darstellen, haben darum stets die Form einer ganz unregelmässigen Zickzacklinie, deren höchste Punkte weit über der Durchschnittsleistung der Maschinen liegen und die unregelmässige Beanspruchung derselben auf das augenfälligste charakterisiren.

Die Accumulatoren in den Wagen haben nun auf diese Fluctuationen des Stromes in der Trolleyleitung eine vollständig ausgleichende Wirkung. Denn während der Ladung unter der Oberleitung nehmen sie stets nur soviel Strom auf, als für sie von dem gleichzeitig gespeisten Motor übrig gelassen wird. Verbraucht der Motor viel, so be-





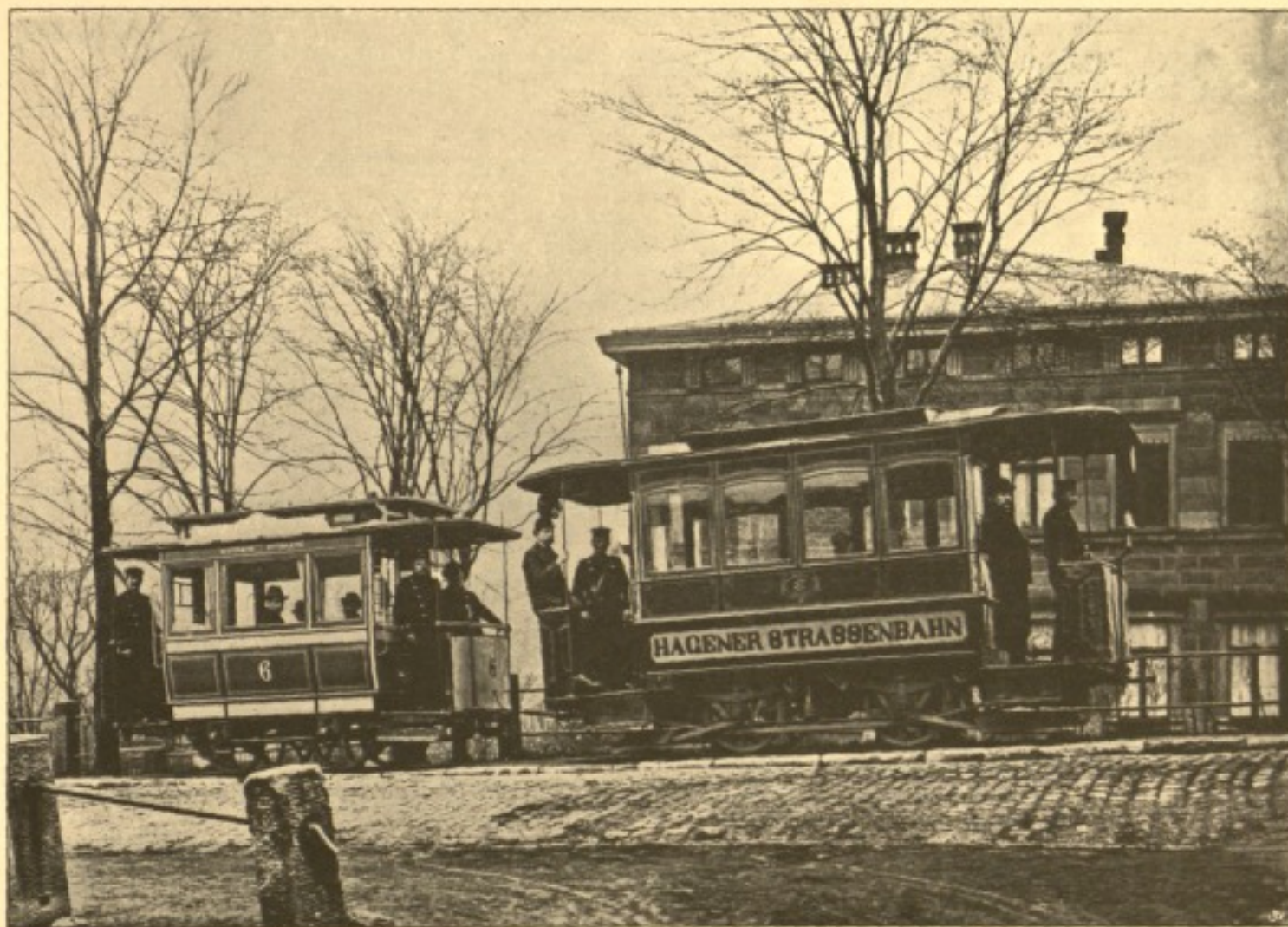
Accumulatorenwagen  
auf der 6,3%igen Steigung bei Haspe.



kommt der Accumulator wenig und umgekehrt. Die Summe beider Ströme aber bleibt ungefähr stets die gleiche und damit wird auch die Belastung der Centrale gleichmässig. Dies bedeutet, dass die Stromerzeugungsmaschinen nicht mehr für eine weit über dem Durchschnitt liegende Kraftleistung dimensionirt zu werden brauchen, sondern in ihrer Grösse vollständig jener mittleren Belastung angepasst werden können, also mit andern Worten wesentlich billiger werden als bei Oberleitungsbetrieb. — Und eine weitere, nicht weniger wichtige Ersparniss ergibt sich aus dieser gleichmässigen Belastung als unmittelbare Folge, nämlich eine bedeutende Verringerung des relativen Kohlenverbrauchs, da alle Maschinen bei gleichmässiger Beanspruchung bekanntlich sehr viel ökonomischer als bei wechselnder arbeiten.

Diese durch die ausgleichende Wirkung der in den Wagen aufgestellten Accumulatoren erzielten billigeren Erzeugungskosten heben auch für die Betriebskosten den Einfluss des Energiemehrverbrauchs auf, welcher erforderlich ist, um das durch die Accumulatoren bedingte Mehrgewicht der Wagen vorwärts zu bewegen. Die aufzuwendende Energie wächst übrigens nicht proportional mit der Gewichtsvermehrung, wie dies aus der zur Berechnung des nöthigen Kraftbedarfes üblichen Formel geschlossen werden müsste. In Hannover angestellte Versuche haben vielmehr den Nachweis geliefert, dass eine Mehrbelastung des Wagens die aufzuwendenden Wattstunden pro Wagenkilometer nur in verhältnissmässig geringem Maasse erhöht. Diese Thatsache findet wohl darin ihre Erklärung, dass der Luftwiderstand unabhängig vom Wagengewicht





Accumulatorenwagen mit Anhängewagen  
auf der 4<sup>0</sup>/<sub>10</sub> igen Steigung an der Eisenbahnbrücke in Eckesey.



ist und dass eine Reihe von andern Widerständen, wie z. B. Zahnrad- und Lagerreibung nur theilweise Funktionen des Wagengewichtes sind. Der Kohlenverbrauch pro Wagenkilometer hat sich in Hannover nach Einführung des gemischten Betriebes um nicht ganz 2<sup>0</sup>/<sub>10</sub> erhöht, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass die mit Accumulatoren ausgestatteten Wagen grösser als die alten sind und dass die neu hinzugekommenen Strecken im Innern der Stadt durch viele Curven und Weichen für die Fortbewegung der Wagen einen grössern Energie-Aufwand erfordern als die geraden glatten Strecken ausserhalb der Stadt.

Von verschiedenen Seiten ist die Befürchtung ausgesprochen worden, dass die Gewichtsvermehrung der electrischen Motorwagen durch die Instandhaltung des Oberbaues den Betrieb ausserordentlich kostspielig, ja sogar unmöglich machen müsse. Diese Befürchtung hat sich jedoch durch die Praxis als unbegründet herausgestellt. Jedenfalls ist der Sprung vom Pferdebahnwagen zum electrischen Motorwagen ein viel gewaltigerer gewesen als derjenige vom electrischen Motorwagen ohne, zu einem solchen mit Accumulatoren. Das Gewicht eines durch Pferde gezogenen vollbesetzten Strassenbahnwagens beträgt 4—5 t, dasjenige eines electrischen Motorwagens ohne Accumulatoren 100<sup>0</sup>/<sub>10</sub> mehr, also 8—10 t; durch die Accumulatoren vermehrt sich das Gewicht des Wagens um 10—20<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, und wenn es nun der Technik gelungen ist, einen Oberbau zu construiren, welcher ohne zu grosse Instandhaltungskosten die 8—10 t zu tragen vermag,





Accumulatorenwagen  
auf der 6,3 %igen Steigung in Haspe.



so wird es doch wohl auch möglich sein, einen Oberbau herzustellen für die verhältnissmässig geringe Mehrbelastung.

Für die Beurtheilung, ob ein electricer Strassenbahn-Betrieb mittelst Accumulatoren wirtschaftlich durchführbar ist, spielt ein Factor eine wesentliche Rolle, d. i. die Unterhaltungsquote des Accumulators. Dieselbe konnte selbstverständlich erst durch die Erfahrung im praktischen Betriebe festgesetzt werden. Bei Einführung der Accumulatoren für diesen Zweck musste die Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft die Grenze, bis zu welcher sie mit ihren Garantien gehen konnte, nur durch Laboratoriumsversuche feststellen. Es kam nun darauf an, einerseits, ob die Gesellschaften, welche Accumulatoren-Strassenbahn-Betrieb einzuführen beabsichtigten, mit den ihnen genannten Zahlen wirtschaften konnten und andererseits, ob die Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft wirklich in der Lage war resp. ist, die übernommenen Garantien aufrecht zu erhalten, ohne zur Instandhaltung der Batterien zu grösseren Auslagen gezwungen zu sein, als die ihr pro Wagenkilometer zu zahlenden Quoten gestatten. Dafür dass ein Strassenbahn-Betrieb bei dem von der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft verlangten Unterhaltungsbetrag wirtschaftlich gut bestehen kann, ist wohl der einfachste und beste Beweis der, dass eine Reihe von Gesellschaften diesen Betrieb in der That eingeführt haben und dauernd finanziell günstig arbeiten. Die Erwartungen, welche die Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft in Bezug auf die Dauerhaftigkeit der Accumulatoren gehegt hat, haben sich durch die nunmehr über 1½jährigen praktischen Erfahrungen



nicht allein bestätigt, sondern sind durch die Ergebnisse noch bedeutend übertroffen worden. Diesem günstigen Verhalten der Batterien ist es auch zuzuschreiben, dass bei den jetzt über ein Jahr in Betrieb stehenden Bahnen in Hannover, Dresden und Hagen so gut wie gar keine Störungen, die auf schlechtes Funktioniren der Accumulatoren zu schieben gewesen wären, vorgekommen sind und dass die vorgekommenen Fälle der Zahl nach weit hinter diejenigen zurückgeblieben sind, welche an dem motorischen Theil und an den Leitungen in Oberleitungsanlagen erfahrungsgemäss eintreten. Es verdient dies umsomehr hervorgehoben zu werden, als eine solche Betriebssicherheit seiner Zeit in den ersten Jahren bei Einführung des Oberleitungsbetriebes in keiner Weise vorhanden gewesen ist. — Es dürfte im Anschluss hieran nicht uninteressant sein, aus dem Gutachten, welches seitens des Polizeipräsidiiums der Stadt Hannover der Direktion der dortigen Strassenbahn ausgestellt ist, folgendes zur Kenntniss zu bringen:

«Der Direction erwidere ich auf das gefällige Schreiben vom 14. ds. ergebenst, dass sich der seit dem 10. September 1895 eingeführte Accumulatorenbetrieb hierselbst ausserordentlich gut bewährt hat und dass insonderheit Betriebsstörungen nicht vorgekommen sind. Nicht nur Polizeilicherseits, sondern auch seitens des Publikums wird dem Accumulatorenbetrieb entschieden der Vorzug vor dem Betriebe mit electricischer Oberleitung gegeben.»

Die seit Inbetriebsetzung der ersten Accumulatorenwagen der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft in Hagen i. W. bereits ausgeführten resp. im Bau begriffenen Bahnen mit Accumulatoren dieser Gesellschaft sind folgende:



# Accumulatoren-Bahnen nach dem System der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft, Hagen i. W.

## A. Im Betrieb:

Ort und Name der Bahn	System	Strecken-Länge		Anzahl der Acc.-Wagen	Geschwindigkeit
		Ober- Lg.	Accumula- toren		
1. Hagen i. W. . . . . (Steigungen bis 63,6/100)	Reiner Accumula- torenbetrieb	—	8,2	8	15 km
2. Hannover . . . . .	Oberleitung und Accumulatoren	16,4	15,2	60 (Anhängewagenbetr.)	12 km
3. Dresden . . . . .	Oberleitung und Accumulatoren	5,7	2,5	30 (Anhängewagenbetr.)	15 km
4. Ludwigshafen-Mundenheim	Reiner Accumula- torenbetrieb	—	4,3	2	25 km
5. Paris . . . . .	Reiner Accumula- torenbetrieb	—	—	34	20 km
6. Secundärbahn Arad, Ungarn (Probewagen)	Reiner Accumula- torenbetrieb	—	40	1	bis 75 km

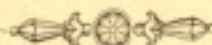
## B. Im Bau:

1. Hannover . . . . .	Gemischter Betrieb	80 Accum.-Wagen
2. Kopenhagen . . . . .	Rein. Accum.-Betr.	18 "
3. Dresden . . . . .	Gemischter Betrieb	40 "
4. Hagen i. W. . . . .	Gemischter Betrieb	10 "
5. Königl. Bayrisch-Pfälzische Eisenbahn Ludwigshafen—Neustadt .	Rein. Accum.-Betr. Vollbahnwagen	2 "
6. Königl. Württemberg. Eisenbahn Untertürkheim—Kornwestheim .	Rein. Accum.-Betr. Vollbahnwagen	1 "
7. Paris Co du Nord . . . . .	Gemischter Betrieb	81 "
8. Chicago Ill. . . . .	Rein. Accum.-Betr.	30 "



Aus der vorstehenden Tabelle dürfte ersichtlich sein, dass die Entwicklung der Accumulatorenbahnen eine äusserst rasche ist. Da die bisherigen Erfolge die Erwartungen weit übertroffen haben und nicht nur in technischen Kreisen, sondern auch seitens der Städteverwaltungen und im Publikum das Accumulatoren-System der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft die grösste Anerkennung gefunden hat, so steht eine weitere rasche Entwicklung dieses gewiss gesündesten Systems für Strassenbahnbetrieb zu erwarten.

Es erscheint nicht unberechtigt, zum Schlusse die Zuversicht auszusprechen, dass das Accumulatorensystem auch auf Vollbahnen baldigen Eingang finden wird und berufen erscheint, die Dampf-Lokomotive in vielen Fällen zu ersetzen. Die für die Vollbahnen Ludwigshafen und Untertürkheim in Vorbereitung befindlichen Wagen werden einen weiteren Schritt in der Lösung dieses Problems bezeichnen. Wie erwähnt, ist jetzt bereits auf einer Bahnstrecke bei Arad in Ungarn ein Accumulatorenwagen der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft probeweise in Betrieb gesetzt und hat die 40 km lange Strecke mit Geschwindigkeiten bis zu 75 km anstandslos zurückgelegt. Diese Versuche werden, um die grosse Sicherheit automobilen Electromotoren-Betriebes auf Vollbahnen darzuthun, weiter unter günstigsten Auspicien fortgesetzt, und wir sind der Ueberzeugung, dass mit ihnen die Accumulatorenbahn für interurbanen Verkehr an die Schwelle ihrer Entwicklung getreten ist, von welcher aus sie berufen erscheint, zu einer Neugestaltung unserer grossen Verkehrsmittel hinüberzuleiten.

















# KODAK GRAY SCALE



1.90 1.60 B 1.30 1.00 M .70 .50 .30 .20 .10



# KODAK COLOR CONTROL PATCHES

*These colors have been selected as representative of those inks commonly used in photomechanical reproduction.*

